

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 日
Date of Application:

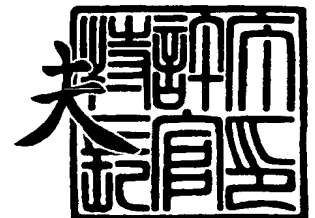
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 8 4 8 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 8 4 8 0]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0390128902

【提出日】 平成15年 4月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G05B 11/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

 【氏名】 斎藤 泰

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100082740

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田辺 恵基

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 048253

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9709125

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動ゲイン調整装置及び自動ゲイン調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と上記入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整装置において、

上記フィードバック制御系の入力段に接続され、上記入力信号の位相をシフトする位相シフト手段

を具え、

閉ループに供給する上記入力信号の周波数を、上記フィードバック制御系を形成する開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、上記位相シフト手段の位相シフト量を設定する

ことを特徴とする自動ゲイン調整装置。

【請求項 2】

上記入力信号と上記制御対象の出力信号とを乗算する乗算器と、

上記乗算器の乗算結果を積分する積分器と

を具え、上記積分器の出力値の符号によって上記フィードバック制御系のゲインを調整することにより、上記開ループゲインを 0 [dB] に収束させる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の自動ゲイン調整装置。

【請求項 3】

上記開ループゲインを 0 [dB] に収束させる方法として 2 分法を用いる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の自動ゲイン調整装置。

【請求項 4】

入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と上記入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整方法において、

閉ループに供給する上記入力信号の周波数を、上記フィードバック制御系を形成する開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、位相

シフト量を設定した後、当該位相シフト量に基づき上記入力信号の位相をシフトさせる

ことを特徴とする自動ゲイン調整方法。

【請求項 5】

上記入力信号と上記制御対象の出力信号とを乗算して、当該乗算結果を積分した後、当該積分後の出力値の符号によって上記フィードバック制御系のゲインを調整することにより、上記開ループゲインを 0 [dB] に収束させる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の自動ゲイン調整方法。

【請求項 6】

上記開ループゲインを 0 [dB] に収束させる方法として 2 分法を用いる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の自動ゲイン調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は自動ゲイン調整装置及び自動ゲイン調整方法に関し、例えば光ディスク装置に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の光ディスク装置においては、フォーカスサーボやトラッキングサーボ等のサーボ制御回路に用いられるフィードバック制御系のゲイン（利得）調整を自動で行う方法として、信号の位相を用いるものや、信号の振幅を用いるものなどがある。

【0003】

このうち信号の位相を用いる自動利得調整方法としては、サーボループ系において位相比較器を用いた位相比較を行うことにより自動ゲイン調整を実現する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 11-24705 号公報（第 4 頁、図 3）

【0005】

ここで図7に、従来から利用されているゲイン調整回路1の一具体例を示す。このゲイン調整回路1では、外乱発生器2から発生された所定の単一周波数でなる正弦波の外乱信号S1が、位相比較器3の一入力端に供給されると共に、加算器4を介してフィードバック制御系5に供給される。

【0006】

このフィードバック制御系5は、補償器6、増幅器7及び制御対象（例えばアクチュエータ駆動系）8からなる閉回路であり、供給される外乱信号S1が補償器6を介して位相補償された後、増幅器7を介して増幅され、制御対象8を制御させながら、当該制御対象8の出力信号S2を加算器4に帰還させるようにしてフィードバック制御する。

【0007】

またフィードバック制御系5の出力である制御対象8の出力信号S2はバンドパスフィルタ（BPF）9に与えられる。バンドパスフィルタ9は、制御対象8の出力信号S2から外乱信号S1と同じ帯域周波数成分を抜き出して位相比較器3の他入力端に供給する。位相比較器3は、入力された両信号S1、S3の位相比較を行った後、当該比較結果を後段のゲイン設定部10に供給する。ゲイン設定部10は、位相比較器3の比較結果に基づいて、当該比較結果である位相差が一定の範囲内に収まるようにフィードバック制御系5内の増幅器7のゲインをリアルタイムで調整する。

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、通常、フィードバック制御系のゲインは、周波数伝達関数によって規定される。理想的には、フィードバック制御系の開ループゲインが0[dB]となる周波数（以下、これを交差周波数と呼ぶ）において、実際のゲインが0[dB]となるように、開ループ内の増幅器のゲインを調整できることが望ましい。

【0009】

しかし、上述の図7に示すように、に外乱発生器2から外乱信号S1を交差周

波数 f_c に設定してフィードバック制御系 5 に供給した場合、点 A、点 X 及び点 Y における信号振幅をそれぞれ A、X 及び Y としたとき、フィードバック制御系 5 内の補償器 6、増幅器 7 及び制御対象 8 でなる開ループゲインは Y/X で表される。

【0010】

そして開ループゲイン Y/X を G とすると、フィードバック制御系 5 内の加算器 4、補償器 6、増幅器 7 及び制御対象 8 でなる閉ループゲインが Y/A で表され、これは G を用いて $G/(1+G)$ と表される。

【0011】

このように、開ループゲイン G と閉ループゲイン $G/(1+G)$ とが異なっているため、外乱発生器 2 で交差周波数 f_c の外乱信号 S_1 を出力してゲイン調整を行った場合、当該交差周波数 f_c での閉ループゲイン $G/(1+G)$ は 0 [dB] となるが、開ループゲイン G は 0 [dB] とはならない。

【0012】

そのため、図 7 の構成では、交差周波数 f_c で開ループゲイン G が 0 [dB] となるような交差周波数 f'_c の信号を外乱発生器 2 から出力する必要がある、予め交差周波数 f'_c を実測値などから求める手間が必要であった。

【0013】

また、ゲイン調整の終了後、交差周波数 f_c で開ループゲイン G が 0 [dB] にならなかった場合は、当該交差周波数 f'_c を変更して再びゲイン調整し直すことが必要であるが、このとき、バンドパスフィルタ 9 の周波数帯域も同時に変更する必要がある。

【0014】

また、位相比較器 3 では、比較すべき 2 つの信号 S_1 、 S_3 の位相を検出する必要があるが、実際の信号はノイズなどを含んでいるため、精度良く位相を検出することが難しいという問題があった。

【0015】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、簡易な構成で精度良くゲインを調整し得る自動ゲイン調整装置及び自動ゲイン調整方法を提案しようとするもの

である。

【0016】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整装置において、フィードバック制御系の入力段に接続され、入力信号の位相をシフトする位相シフト手段を設け、閉ループに供給する入力信号の周波数を、フィードバック制御系を形成する開ループゲインが0〔dB〕となる交差周波数と一致させるように、位相シフト手段の位相シフト量を設定するようにした。

【0017】

この結果この自動ゲイン調整装置では、閉ループに供給する入力信号の周波数をフィードバック制御系の開ループゲインが0〔dB〕となる交差周波数と自動的に一致させることができる。

【0018】

また本発明においては、入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整方法において、閉ループに供給する入力信号の周波数を、フィードバック制御系を形成する開ループゲインが0〔dB〕となる交差周波数と一致させるように、位相シフト量を設定した後、当該位相シフト量に基づき入力信号の位相をシフトさせるようにした。

【0019】

この結果この自動ゲイン調整方法では、閉ループに供給する入力信号の周波数をフィードバック制御系の開ループゲインが0〔dB〕となる交差周波数と自動的に一致させることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下図面について、本願発明の一実施の形態について説明する。

【0021】

(1) 第1の実施の形態

(1-1) 光ディスク再生装置の構成

図1において、20は全体として第1の実施の形態による光ディスク再生装置を示し、DVD (Digital Versatile Disk) 等の光ディスク21から映像音声データ等を再生することができるようになされている。

【0022】

すなわちかかる光ディスク再生装置20においては、再生時、システム全体の制御を司るシステムコントローラ22は、光ディスク21を所定速度で回転駆動させると共に、光学ピックアップ23から照射させた光ビームL1のビームスポット（以下、これを単にビームスポットと呼ぶ）を光ディスク21のデータトラックに沿って径方向へ移動させ、かつトラッキング制御及びフォーカス制御を行わせる。

【0023】

システムコントローラ22は、バス24を介してサーボプロセッサ25、復調回路26、信号処理回路27及び出力回路28に接続されており、これら各回路25～28を必要に応じて制御して各種動作を実行させ得るようになされている。

【0024】

光学ピックアップ23は、レーザダイオード、コリメータレンズ、対物レンズ及び受光素子等の光学系デバイス（図示せず）と、レーザダイオードドライバ等の電気系デバイス（図示せず）とを有し、システムコントローラ22がサーボプロセッサ25を介してレーザダイオードを駆動することにより光ビームL1を光ディスク21に向けて発射させる。

【0025】

この結果この光ビームL1が光ディスク21の記録面において反射し、その反射光L2に基づき得られるRF信号S10が光学ピックアップ23からサーボアンプ29に与えられる。サーボアンプ29は、入力されたRF信号S10に基づいて、当該RF信号S10を2値化した2値化信号S11を復調回路26に送出すると共に、トラッキングエラー信号S12及びフォーカスエラー信号S13を

生成してサーボプロセッサ 25 に送出する。

【0026】

サーボプロセッサ 25 は、トラッキングエラー信号 S12 に基づいてトラッキングドライブ信号 S14 を生成して増幅器 30 を介して光学ピックアップ 23 内のトラッキングアクチュエータ（図示せず）を駆動することによりトラッキング制御を行う。またサーボプロセッサ 25 は、フォーカスエラー信号 S13 に基づいてフォーカスドライブ信号 S15 を生成して増幅器 31 を介して光学ピックアップ 23 内のフォーカスアクチュエータ（図示せず）を駆動することによりフォーカス制御を行う。

【0027】

さらにサーボプロセッサ 25 は、トラッキングエラー信号 S12 の低域周波数成分を抽出することによりスレッドドライブ信号 S16 を生成して増幅器 32 を介してステッピングモータ 33 を駆動することにより、リードスクリュー 34 を回転させながら、光ディスク 21 上のビームスポットを光ディスク 21 の記録面に形成されたデータトラック（プリグループ又はランド）に沿って当該光ディスク 21 の径方向に移動させる。

【0028】

一方、復調回路 26 は、供給される 2 値化信号 S11 に基づいてスピンドルエラー信号 S17 を生成して増幅器 35 を介してスピンドルモータ 36 を制御することにより、光ディスク 21 を所定速度で回転駆動する。

【0029】

また復調回路 26 は、供給される 2 値化信号 S11 をデコード処理することにより、光ディスク 21 におけるそのときのビームスポットの絶対番地を検出し、これをシステムコントローラ 22 に送出する。すなわち復調回路 26 は、2 値化信号 S11 をその内部に設けられた所定の帯域周波数成分を通過範囲とするバンドパスフィルタ回路（図示せず）を通すことにより当該 2 値化信号 S11 に含まれるウォブル成分を抽出すると共に、当該ウォブル成分に FM 復調処理を施すことによりそのときビームスポットが位置している光ディスク 21 上の絶対番地を検出し、これをセクタアドレス情報 S18 としてシステムコントローラ 22 に送

出する。

【0030】

また復調回路26は、上述のようなデコード処理により得られる光ディスク21上での絶対番地が変化することにより（すなわち光ディスク21におけるビームスポットが走査するセクタが変わるごとに）、これを知らせるシンク割込信号S19をシステムコントローラ22に送出する。

【0031】

かくしてシステムコントローラ22は、復調回路26から与えられるこれらアドレス情報信号S18及びシンク割込信号S19に基づいて、光ディスク21におけるそのときの再生位置を順次認識し、当該認識結果に基づいて光ディスク21から正しく再生し得るように、必要な制御処理を実行する。

【0032】

さらに復調回路26は、供給される2値化信号S11をデコード処理することにより、光ディスク21に記録されている映像及び音声等のコンテンツを表すセクタデータ情報信号S20を得て、信号処理回路27に送出する。信号処理回路27は、セクタデータ情報信号S20に基づいて、記録前の元のフォーマットでなる映像信号及び音声信号を生成した後、モニタ、スピーカ及び外部端子等を有する出力回路28に送出する。

【0033】

このようにしてこの光ディスク再生装置20では、光ディスク21に記録されているデータを再生して、モニタ上に映像を画面表示させたり、又はスピーカを介して音声を放音させたり、必要に応じて外部に送出することができるようになされている。

【0034】

（1-2）サーボプロセッサの内部構成

図7との対応部分に同一符号を付して示す図2において、サーボプロセッサ25は、従来のゲイン調整回路1とは、外乱発生器2の出力段に加算器4と並列に位相シフタ40が設けられると共に、位相比較器5に代えて、当該位相シフタ40の出力とバンドパスフィルタ9の出力とを乗算する乗算器41と、当該乗算器

41の乗算結果を積分する積分器42とが設けられ、さらに制御対象8を含まないことと、ゲイン設定部43の内部構成が異なることを除いて、上述のゲイン調整回路1と同様に構成されている。

【0035】

この図2におけるサーボプロセッサ25から除外した制御対象8は、上述の光ディスク再生装置20における光学ピックアップ23及びサーボアンプ29に相当する。また光ディスク再生装置20では、フォーカス、トラッキング、スレッド及びスピンドルの各サーボループはそれぞれフィードバック制御系を形成しているが、本発明において自動ゲイン調整を行う対象は、フォーカスサーボループ及びトラッキングサーボループとしている。

【0036】

実際にサーボプロセッサ25では、外乱発生器2から発生された所定の単一周波数でなる正弦波の外乱信号S1が、位相シフタ40に供給されると共に、加算器4を介してフィードバック制御系5に供給される。

【0037】

位相シフタ40は、供給される外乱信号S1に対して、開ループゲインが0[dB]となるように位相シフトした後、乗算器41に送出する。

【0038】

このフィードバック制御系5において、供給される外乱信号S1が補償器6を介して位相補償された後、増幅器7を介して増幅され、制御対象8を経て出力される。

【0039】

またフィードバック制御系5の出力である制御対象8の出力信号S2はバンドパスフィルタ(BPF)9に与えられる。バンドパスフィルタ9は、制御対象8の出力信号S2から外乱信号S1と同じ帯域周波数成分を抜き出して乗算器41に送出する。

【0040】

乗算器41では、位相シフタ40において位相シフトされた外乱信号S1と、バンドパスフィルタ9の出力S3とが乗算された後、当該乗算結果が後段の積分

器 4 2 において積分される。

【 0 0 4 1 】

ゲイン設定部 4 3 は、積分器 4 2 の出力に基づいて、当該出力の符号を検出した後、当該検出結果に基づいて、フィードバック制御系 5 内の増幅器 7 のゲインを増減させるようにして、当該増幅器 7 のゲインを調整する。

【 0 0 4 2 】

(1 - 3) 位相シフタの位相シフト量及び積分器の符号とゲインの関係

以下に、位相シフタ 4 0 で設定する位相の導出と、積分器 4 2 の符号と交差周波数における開ループゲインの関係を示す。

【 0 0 4 3 】

図 2 に示す制御対象を含むフィードバック制御系において、開ループのゲイン及び位相と閉ループの位相との関係を求める (図 3 のステップ S P 1) 。このフィードバック制御系における開ループ周波数伝達特性 $G (j \theta)$ は、振幅を $g (\theta)$ 、位相を $\exp (j \theta)$ とすると、次式

【 0 0 4 4 】

【数 1】

$$G (j \theta) = g (\theta) \cdot \exp (j \theta) \quad \cdots \cdots (1)$$

【 0 0 4 5 】

のように振幅と位相との積で表される。但し、 j は虚数単位、 θ は位相を表し、振幅 $g (\theta)$ は、次式

【 0 0 4 6 】

【数 2】

$$g (\theta) = | G (j \theta) | \quad \cdots \cdots (2)$$

【 0 0 4 7 】

で表すこととする。

【 0 0 4 8 】

このとき閉ループ周波数伝達特性 $G' (j \theta)$ は、上述の式 (1) 及び (2) を用いて、次式

【0049】

【数3】

$$\begin{aligned}
 G'(j\theta) &= \frac{G(j\theta)}{1+G(j\theta)} \\
 &= \frac{g(\theta) \exp(j\theta)}{1+g(\theta) \exp(j\theta)} \\
 &= g(\theta) \cdot \frac{\cos\theta + g(\theta) + j\sin(\theta)}{1+2g(\theta)\cos\theta + g^2} \\
 &\dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

【0050】

と表すことができる。

【0051】

ここで、図2に示すサーボプロセッサ25において、点Aにおける外乱信号S1を、 $a \sin(\omega t)$ とする。但し、 a は振幅、 ω は角周波数、 t は時間を表す。また、点Yにおける信号S2を $a' \sin(\omega t - \phi)$ とする。但し、 a は振幅、 ϕ は位相を表す。

【0052】

このとき、上述した式(3)によると、振幅 a' は、次式

【0053】

【数4】

$$a' = \frac{g}{\sqrt{1+2g\cos\theta + g^2}} \dots\dots (4)$$

【0054】

で表され、また位相 ϕ は、

【0055】

【数5】

$$\tan \phi = \frac{\sin \theta}{g + \cos \theta} \quad \dots\dots (5)$$

【0056】

の関係式で表される。但し、便宜上、 $g = g(\theta)$ とした。

【0057】

このようにして外乱信号 S1 の周波数での開ループのゲイン g 及び位相 θ と開ループの位相 ϕ の関係は、上述の式 (3) により求められる。

【0058】

次にサーボプロセッサ 25 では、開ループゲイン $g = 1$ すなわち 0 [dB] となるように、位相シフタ 40 に入力された外乱信号 S1 に対する位相シフト量を求める (図 3 のステップ SP2)。

【0059】

この位相シフタ 40 における位相シフト量を、直交成分を考慮して ($\xi - \pi/2$) とすると、位相シフタ 40 の出力信号は、 $a \cos(\omega t - \xi)$ となるため、点 B における乗算器 41 の出力信号を $f(\omega t)$ とするとき、次式

【0060】

【数6】

$$\begin{aligned} f(\omega t) &= \alpha'(\omega t - \phi) \cdot a \cos(\omega t - \xi) \\ &= \frac{\alpha \alpha'}{4} \cdot \left\{ \sin 2\omega t \cdot \cos(\xi + \phi) - \right. \\ &\quad \left. \cos 2\omega t \cdot \sin(\xi + \phi) + \sin(\xi - \phi) \right\} \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

【0061】

のように表される。

【0062】

積分器 42 では、時間 t を 0 から 1 周期まで積分した値を出力値 I とすると、

式(6)の右辺第1項と第2項は共に0となるので、出力値Iは、次式

【0063】

【数7】

$$\begin{aligned}
 I &= \int_0^T f(\omega t) \\
 &= \frac{\alpha \alpha'}{4} \sin(\xi - \phi) \int_0^T dt \\
 &= -\frac{\pi \alpha \alpha'}{2 \omega} \sin(\phi - \xi) \dots\dots (7)
 \end{aligned}$$

【0064】

と表される。 $\omega > 0$ 、 $a > 0$ 、 $a' > 0$ なので、位相 $(\phi - \xi)$ の値と積分器42の出力値Iとは、次式

【0065】

【数8】

$$\begin{aligned}
 0 \leq \phi - \xi < \pi \text{ のとき } I &\geq 0 \\
 -\pi < \phi - \xi \leq 0 \text{ のとき } I &\leq 0 \dots\dots (8)
 \end{aligned}$$

【0066】

のような関係が得られる。

【0067】

この式(8)によれば、積分器42の出力値Iの符号(正負)によって、位相 $(\phi - \xi)$ の正負がわかることを示している。

【0068】

ここで調整値にゲインが合えば、積分器42の出力値 $I = 0$ となり、このとき位相 $(\phi - \xi) = 0$ となるので、式(5)は、次式

【0069】

【数9】

$$\tan \xi = \frac{\sin \theta}{g + \cos \theta} \dots\dots (9)$$

【0070】

のように表される。このとき、開ループゲイン $g = 1$ とすると、式 (9) は、

【0071】

【数10】

$$\tan \xi = \frac{\sin \theta}{1 + \cos \theta} \quad \dots\dots (10)$$

【0072】

となる。従って、位相シフタ 40 の位相シフト量 $(\xi - \pi/2)$ の ξ を、次式

【0073】

【数11】

$$\xi = \arctan \frac{\sin \theta}{1 + \cos \theta} \quad \dots\dots (11)$$

【0074】

を満たすように設定すれば、開ループゲイン $g = 1$ すなわち 0 [dB] となる。

【0075】

続いてサーボプロセッサ 25 では、積分器 42 の出力値 I の符号と、開ループゲイン g の関係を求める (図 3 のステップ SP3)。上述した式 (5) より、開ループゲイン g は、次式

【0076】

【数12】

$$g = \frac{\sin \theta}{\tan \phi} - \cos \theta \quad \dots\dots (12)$$

【0077】

となるが、 $\eta = \phi - \xi$ とおくと、式 (12) は、次式

【0078】

【数 13】

$$g = \frac{\sin \theta}{\tan(\eta + \xi)} - \cos \theta \quad \dots\dots (13)$$

【0079】

と表すことができる。この式(13)を η で微分すると、次式

【0080】

【数 14】

$$\frac{dg}{d\eta} = \sin \theta \cdot \frac{1}{-\tan^2(\eta + \xi)}$$

$$\cdot \frac{1}{\cos^2(\eta + \xi)} = \frac{\sin \theta}{\sin^2(\eta + \xi)} \quad \dots\dots (14)$$

【0081】

のように表すことができる。

【0082】

周波数 f_c 付近では、 $-\pi < \theta < 0$ より $\sin \theta < 0$ となり、また $\sin^2(\eta + \xi) > 0$ より $dg/d\eta > 0$ となる。

【0083】

上述したように積分器42の出力値 $I=0$ のとき位相 $(\phi - \xi) = 0$ で、開ループゲイン $g=1$ であることから、 $\eta=0$ のとき開ループゲイン $g=1$ となり、また式(13)の変化率は正であるため、 η と g は、次式

【0084】

【数 15】

$$\eta > 0 \quad (\phi > \xi) \quad \text{のとき} \quad g > 1$$

$$\eta < 0 \quad (\phi < \xi) \quad \text{のとき} \quad g < 1 \quad \dots\dots (15)$$

【0085】

のような関係となる。さらに上述した式(8)と式(15)とから、次式

【0086】

【数16】

$I > 0$ のとき $g > 1$

$I < 0$ のとき $g < 1$ (16)

【0087】

のような関係が得られる。

【0088】

この式 (16) が、積分器 42 の出力値 I の符号と開ループゲイン g との関係を表す。この結果、図 2 に示すサーボプロセッサ 25 におけるゲイン調整は、以下のように行えば良い。すなわち積分器 32 の出力値 $I > 0$ のとき、開ループゲイン $g > 1$ なので、増幅器 7 のゲインを下げるようにすれば良く、これに対して積分器 42 の出力値 $I < 0$ のとき、開ループゲイン $g < 1$ なので、増幅器 7 のゲインを上げるようにすれば良い。

【0089】

かくしてゲイン設定部 43 は、積分器 42 の出力値 I の符号によって、増幅器 7 のゲインを増減して、積分器 42 の出力値 $I = 0$ となるように増幅器 7 のゲインを設定することにより、開ループゲイン $g = 1$ とすることができる。

【0090】

(1-4) ゲイン調整処理手順 RT1

実際のゲイン調整を行うには、図 3 に示すゲイン調整処理手順 RT1 をステップ SP0 から行うことにより、比較的簡易な構成でかつ外乱信号 S1 の周波数の実測を必要とすることなく、精度良く自動ゲイン調整を行うことができる。

【0091】

交差周波数での開ループの位相を求め (ステップ SP1)、式 (10) に従って、交差周波数で開ループゲインが 0 [dB] となる位相シフタ 40 の位相シフト量を求める (ステップ SP2)。

【0092】

次にサーボプロセッサ 25 でえは、図 2 に示す制御対象 8 を含むフィードバッ

ク制御系 5 において、自動的にゲイン調整を行って、開ループゲイン $g = 1$ すなわち 0 [dB] に収束させる (図 3 のステップ SP 3)。

【0093】

ここでは、図 4 に示すようないわゆる 2 分法を用いたゲイン収束処理手順 RT 2 をステップ SP 10 から実行して、続くステップ SP 11 からステップ SP 18 までの手順を N 回繰り返すことによってゲインを収束させるようになされている。N は、開ループゲイン g が適当な精度に追い込める回数として設定した値であり、 i ($\geq N$) は i 回目の操作であることを示す。

【0094】

まずステップ SP 11 において $i = 0$ の 0 回目から始まり、ステップ SP 12 に進んで、外乱信号 S 1 をフィードバック制御系に供給するようにしてゲインを設定した後、続くステップ SP 13 において、積分器 4 2 の出力値 I を求める。

【0095】

そしてステップ SP 14 に進んで、積分器 4 2 の出力値 I の符号によって 3 通りの処理を行う。すなわち当該出力値 I の符号が正 ($I > 0$) の場合には、ステップ SP 15 に進んで増幅器 7 のゲインを $(1 - 0.5^i)$ 倍した後、ステップ SP 16 に進む。また出力値 I の符号が負 ($I < 0$) の場合には、ステップ SP 17 に進んで増幅器 7 のゲインを $(1 + 0.5^i)$ 倍した後、ステップ SP 16 に進む。さらに出力値 I の符号が 0 と等しい ($I = 0$) 場合にはなにもせず、そのままステップ SP 16 に進む。

【0096】

このステップ SP 16 では i の値をインクリメントした後、ステップ SP 18 に進んで当該 i の値が N より小さいか否かを判断し、肯定結果が得られた場合には、再度ステップ SP 12 に戻って上述と同様の処理を繰り返す。やがてステップ SP 18 において否定結果が得られると、このことは $i = N$ になってゲインが収束したと判断することができ、そのままステップ SP 19 に進んで当該ゲイン収束処理手順 RT 2 を終了する。

【0097】

このようなゲイン調整の結果、増幅器 7 のゲインの初期値が r 倍になったとす

ると、 r は、次式

【0098】

【数17】

$$r = 1 + \sum_{i=1}^N 0.5^i \alpha_i$$

$I > 0$ のとき $\alpha_i = -1$

$I < 0$ のとき $\alpha_i = +1$

$I = 0$ のとき $\alpha_i = 0$

..... (17)

【0099】

のように表される。かかる r の変化の様子を図5に示す。

【0100】

(1-5) 第1の実施の形態による動作及び効果

以上の構成において、光ディスク再生装置20内のサーボプロセッサ25では、フィードバック制御系5を形成する開ループの交差周波数での位相の関係を求めた後、開ループゲインが0[dB]となるように、位相シフタ40に入力された外乱信号S1に対する位相シフト量を求める。

【0101】

そしてサーボプロセッサ25は、積分器42の出力値の符号によって増幅器7のゲインを増減する調整を行うようにして、開ループゲインを0[dB]に収束させる方法を用いることにより、外乱信号S1の周波数を、フィードバック制御系5の開ループゲインが0[dB]となる交差周波数と自動的に一致させることができる。

【0102】

従ってこのサーボプロセッサ25では、フィードバック制御系5の開ループゲインが0[dB]となる交差周波数を実測して外乱発生器2から外乱信号S1の周波数として出力する必要がなくて済む分だけ、製造時に手間がかかるのを未然に回避することができる。これと同時に、フィードバック制御系5の出力を受けるバンドパスフィルタ9の周波数帯域も変更する必要がなくて済む。

【0 1 0 3】

さらに従来のような位相比較器を用いるのではなく、乗算器 4 1 及び積分器 4 2 を組み合わせたものを用いるようにしたことにより、ノイズが多い信号から位相を抜き出す必要がないため、高精度でゲイン調整を行うことができる。

【0 1 0 4】

以上の構成によれば、光ディスク再生装置 2 0 内のサーボプロセッサ 2 5 では、外乱発生器 2 の出力段に加算器と並列に位相シフタ 4 0 を設け、開ループゲインが 0 [dB] となるように、位相シフタ 4 0 に入力された外乱信号 S 1 に対する位相シフト量を求め、積分器 4 2 の出力値の符号に基づいて増幅器 7 のゲインを調整するようにしたことにより、外乱信号 S 1 の周波数をフィードバック制御系 5 の開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と自動的に一致させることができ、かくして簡易な構成で精度良くゲインを調整し得るサーボプロセッサ 2 5 を実現できる。

【0 1 0 5】**(2) 第 2 の実施の形態**

第 2 の実施の形態では、図示しないが、上述した第 1 の実施の形態による光ディスク再生装置 2 0 (図 1) とは、サーボプロセッサの構成が異なることを除いて同様に構成されている。

【0 1 0 6】

図 7 との対応部分に同一符号を付した図 6 に示すように、第 2 の実施の形態によるサーボプロセッサ 5 0 は、外乱発生器 2 の出力段に加算器 4 と並列に位相シフタ 5 1 が設けられたこととを除いて、従来のゲイン調整回路 1 と同様に構成されている。

【0 1 0 7】

この図 6 のサーボプロセッサ 5 0 においては、位相シフタ 5 1 の位相シフト量は、後段に乗算器が存在せず、直交成分である $\pi/2$ をつくる必要がないため、 π となる。

【0 1 0 8】

以上の構成によれば、光ディスク再生装置内のサーボプロセッサ 5 0 では、外

乱発生器 2 の出力段に加算器と並列に位相シフタ 51 を設け、開ループゲインが 0 [dB] となるように、位相シフタ 51 に入力された外乱信号 S1 に対する位相シフト量を求め、位相比較器 3 の出力に基づき位相の進みを判断しながら増幅器 7 のゲインを調整するようにしたことにより、外乱信号 S1 の周波数をフィードバック制御系 5 の開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と自動的に一致させることができ、かくして簡易な構成で精度良くゲインを調整し得るサーボプロセッサ 50 を実現できる。

【0109】

(3) 他の実施の形態

なお上述のように第 1 及び第 2 の実施の形態においては、本発明を DVD に対応する光ディスク再生装置 20 に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、CD (Compact Disk) 等の光ディスクに対応するこの他種々の再生装置に適用することができる。また再生装置のみならず、DVD-R 若しくは DVD-RW 等の書き込み可能な光ディスクや、DVD-R 若しくは DVD-RW 以外の CD-R 及び CD-RW 等の書き込み可能な光ディスクや、MO (Magneto Optical Disk) ディスク等の光磁気ディスク等の種々のディスク状記録媒体に対応するこの他種々の記録装置に広く適用することができる。

【0110】

また上述のように第 1 及び第 2 の実施の形態においては、外乱信号 (入力信号) S1 に基づいて制御対象 8 を制御させながら、当該制御対象 8 から得られる出力信号 S3 と入力信号 S1 との位相差を用いたフィードバック制御系 5 の自動ゲイン調整装置として、光ディスク再生装置 20 におけるサーボプロセッサ 25、50 を適用するようにした場合について述べたが、この他種々の自動ゲイン調整装置に広く適用するようにしても良い。

【0111】

また上述のように第 1 及び第 2 の実施の形態においては、外乱信号 (入力信号) S1 に基づいて フィードバック制御系 5 の入力段に接続され、外乱信号 (入力信号) S1 の位相をシフトする位相シフタ (位相シフト手段) 40、51 を設け、外乱信号 (入力信号) S1 の周波数を、フィードバック制御系 5 を形成する

開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、位相シフタ（位相シフト手段）40、51 の位相シフト量を設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、位相シフト量を計算で求めることができれば、この他種々の構成のものを広く適用することができる。

【0112】

さらに上述のように第 1 の実施の形態においては、外乱信号（入力信号）S1 と制御対象 8 の出力信号 S3 とを乗算する乗算器 41 と、当該乗算器 41 の乗算結果を積分する積分器 42 とを設け、積分器 42 の出力値の符号によってフィードバック制御系 5 のゲインを調整することにより、開ループゲインを 0 [dB] に収束させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、乗算器及び積分器の組み合わせ以外にも、ノイズが多い信号から位相を抜き出す必要がない手段であれば、この他種々の構成のものを広く適用するようにしても良い。

【0113】

この場合、開ループゲインを 0 [dB] に収束させる方法として 2 分法を用いるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、開ループゲインを 0 [dB] に収束させることができれば、この他種々の手法を適用するようにしても良い。

【0114】

【発明の効果】

上述のように本発明によれば、入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整装置において、フィードバック制御系の入力段に接続され、入力信号の位相をシフトする位相シフト手段を設け、入力信号の周波数を、フィードバック制御系を形成する開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、位相シフト手段の位相シフト量を設定することにより、入力信号の周波数をフィードバック制御系の開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と自動的に一致させることができ、かくして簡易な構成で精度良くゲインを調整し得る自動ゲイン調整装置を実現できる。

【0115】

また本発明によれば、入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整方法において、入力信号の周波数を、フィードバック制御系を形成する開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、位相シフト量を設定した後、当該位相シフト量に基づき入力信号の位相をシフトさせるようにしたことにより、入力信号の周波数をフィードバック制御系の開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と自動的に一致させることができ、かくして簡易な構成で精度良くゲインを調整し得る自動ゲイン調整方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態による光ディスク再生装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

第 1 の実施の形態によるサーボプロセッサの内部構成を示すブロック図である。

【図 3】

自動ゲイン調整処理手順の説明に供するフローチャートである。

【図 4】

2 分法によるゲイン収束処理手順の説明に供するフローチャートである。

【図 5】

2 分法を行ったときのゲインの倍率の説明に供する略線図である。

【図 6】

第 2 の実施の形態によるサーボプロセッサの内部構成を示すブロック図である。

【図 7】

従来のゲイン調整回路の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

2 ……外乱発生器、4 ……加算器、5 ……フィードバック制御系、8 ……制御対象、9 ……バンドパスフィルタ、10 ……ゲイン設定部、20 ……光ディスク

再生装置、22……システムコントローラ、23……光学ピックアップ、25、
50……サーボプロセッサ、26……復調回路、40、51……位相シフタ、4
1……乗算器、42……積分器、R T 1……ゲイン調整処理手順、R T 2……ゲ
イン収束処理手順。

【書類名】 図面

【図 1】

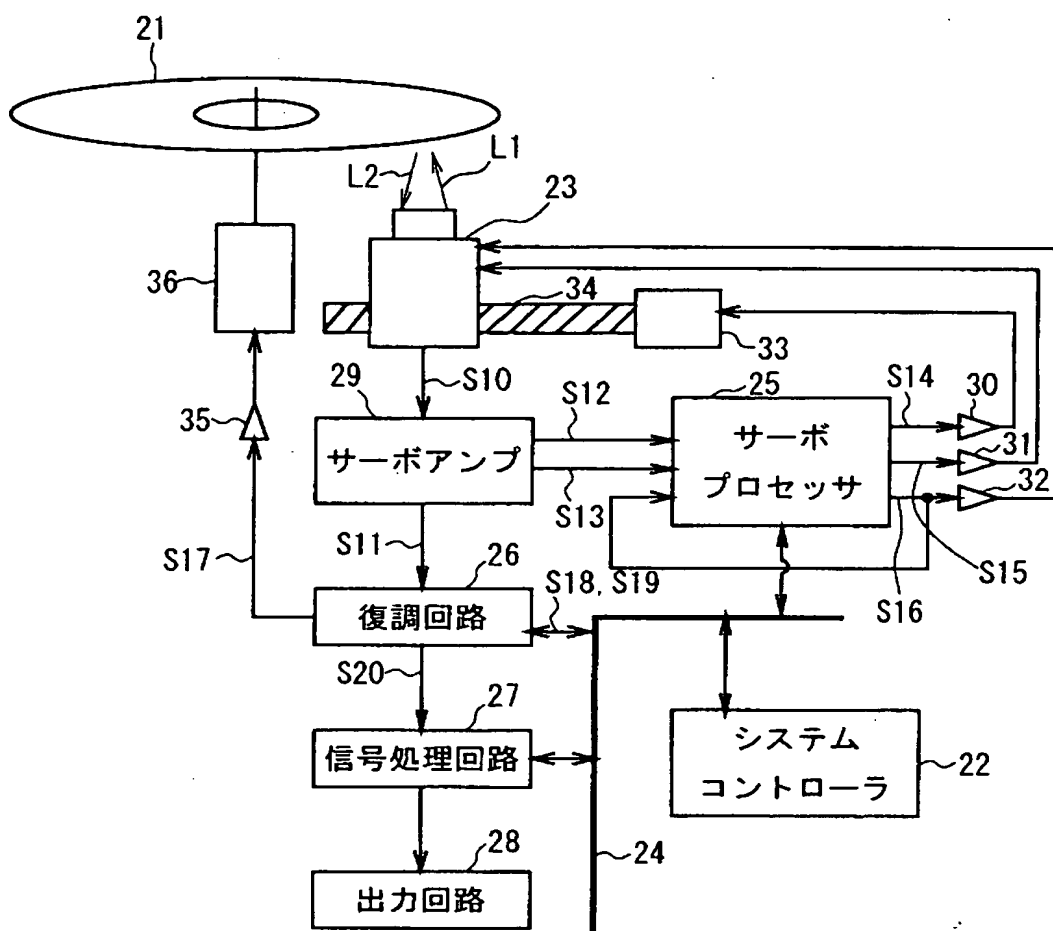


図 1 第 1 の実施の形態による
光ディスク再生装置の構成

【図 2】

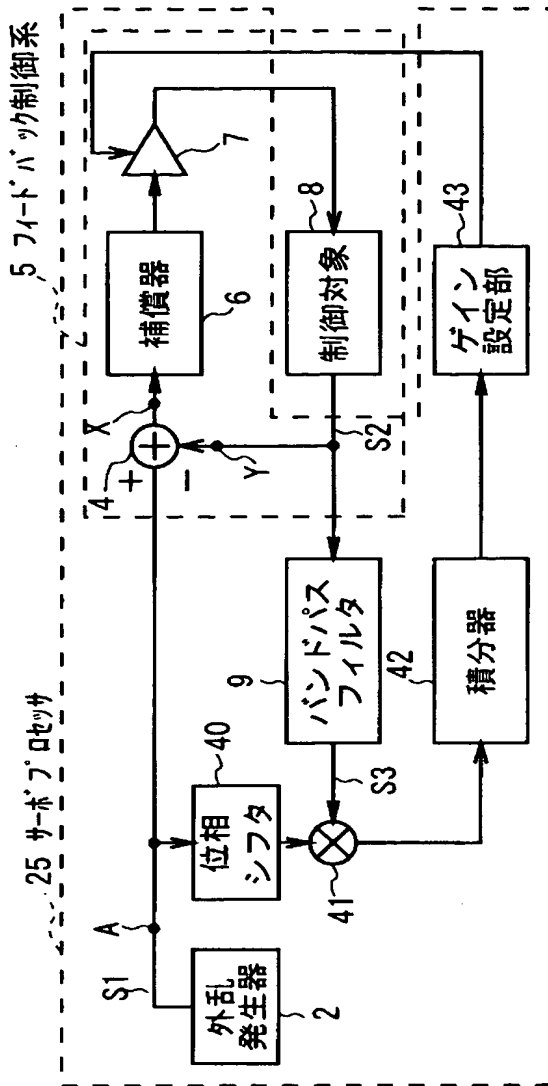


図 2 第 1 の実施の形態によるサーボプロセッサの内部構成

【図 3】

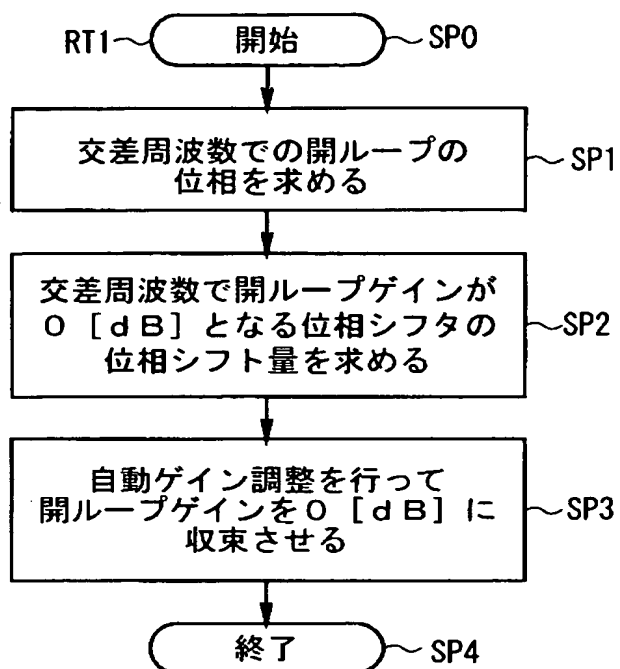


図 3 ゲイン調整処理手順

【図 4】

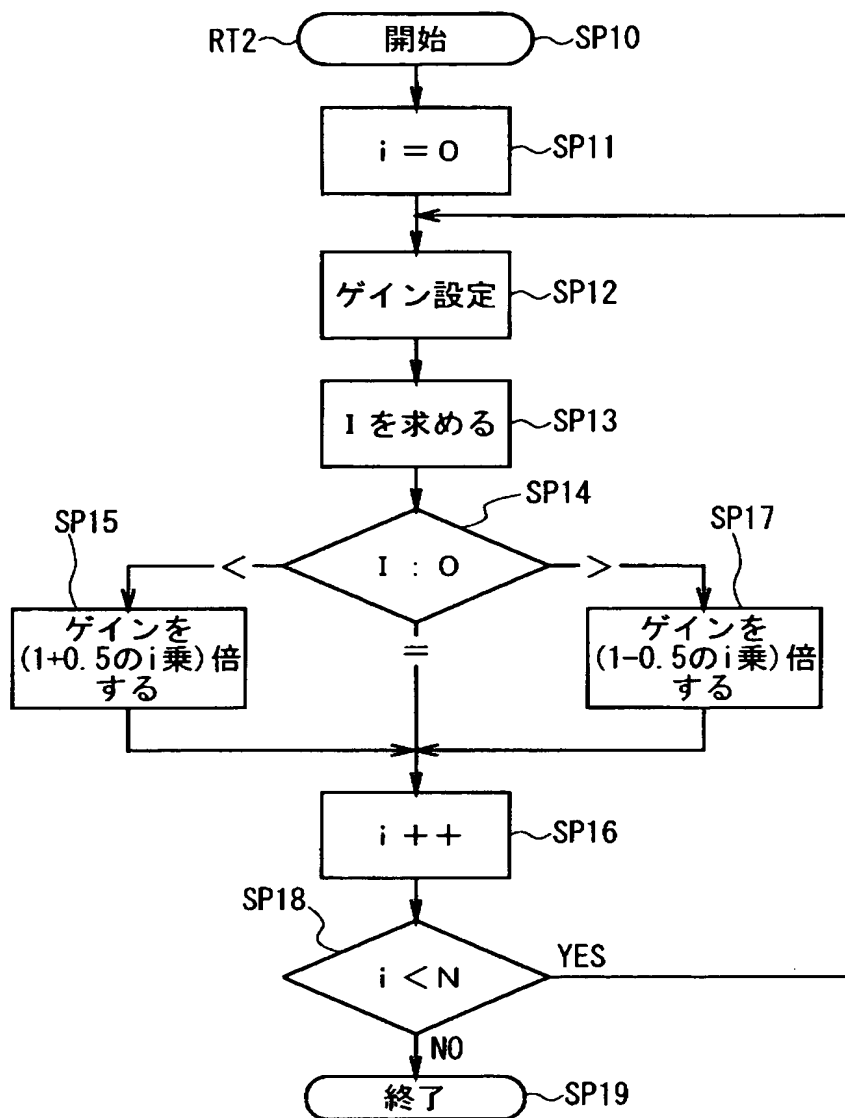


図 4 2分法によるゲイン収束処理手順

【図 5】

初期値 1 回目 2 回目 3 回目 …N 回目

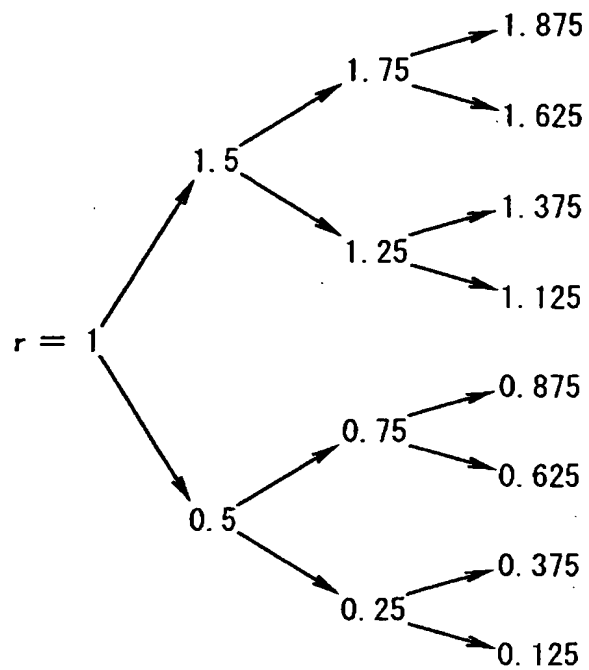


図 5 2 分法を行ったときのゲインの倍率

【図 6】

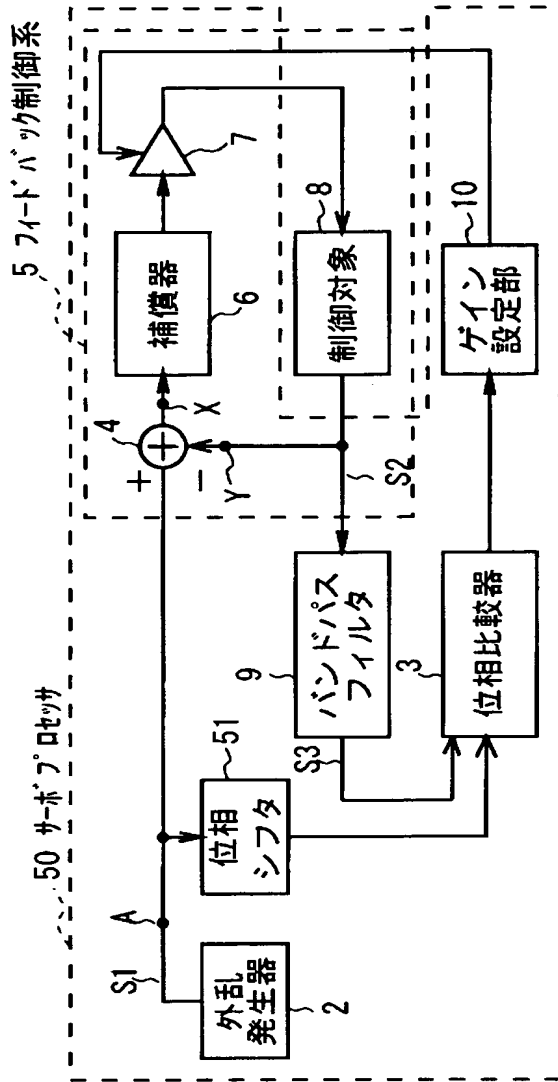
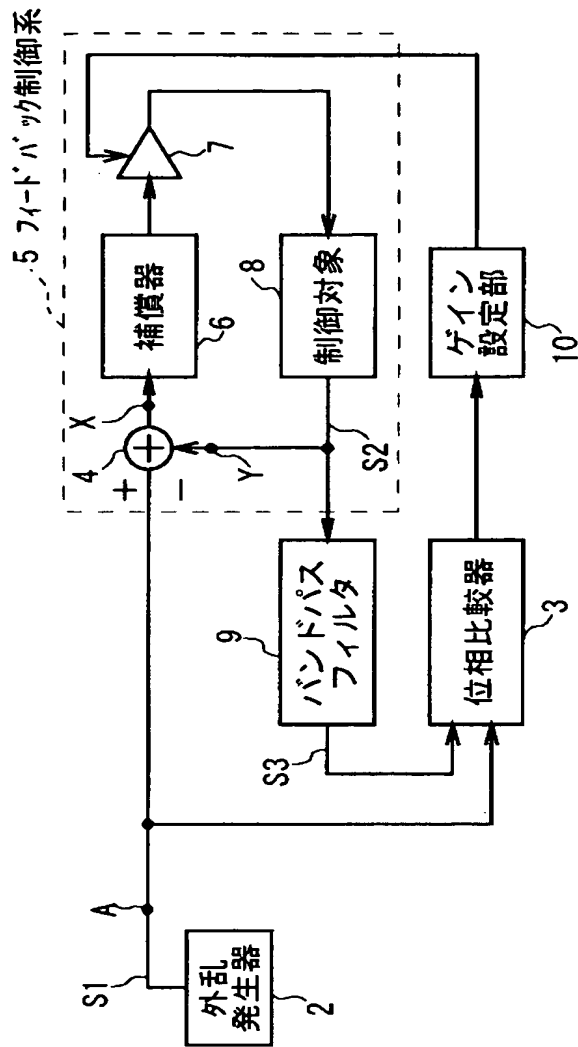


図 6 第 2 の実施の形態によるサーボプロセッサの内部構成

【図 7】



1

図 7 従来のゲイン調整回路の構成

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明は、簡易な構成で精度良くゲインを調整し得る自動ゲイン調整装置及び自動ゲイン調整方法を実現するものである。

【解決手段】

入力信号に基づいて制御対象を制御させながら、当該制御対象から得られる出力信号と入力信号との位相差を用いたフィードバック制御系の自動ゲイン調整方法において、入力信号の周波数を、フィードバック制御系を形成する開ループゲインが 0 [dB] となる交差周波数と一致させるように、位相シフト量を設定した後、当該位相シフト量に基づき入力信号の位相をシフトさせるようにした。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 9 8 4 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名	ソニー株式会社